



TITLE:

# 日本の暖候期に発生する準停滞性降水系の特徴・形態と環境条件に関する統計的研究( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

鵜沼, 昂

---

CITATION:

鵜沼, 昂. 日本の暖候期に発生する準停滞性降水系の特徴・形態と環境条件に関する統計的研究. 京都大学, 2017, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2017-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20185>

RIGHT:

The content in Chapter 2 of this thesis is the peer reviewed version of the following article: Unuma, T., and T. Takemi, 2016a: Characteristics and environmental conditions of quasi-stationary convective clusters during the warm season in Japan. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 142, 1232-1249, which has been published in final form at doi:10.1002/qj.2726. The content in Chapter 2 of this thesis may be used for non-commercial purposes in accordance with Wiley Terms and Conditions for Self-Archiving <<http://olabout.wiley.com/WileyCDA/Section/id-828039.html#terms>>.

( 続紙 1 )

京都大学	博 士（理 学）	氏名	鵜沼 昂
論文題目	日本の暖候期に発生する準停滞性降水系の特徴・形態と環境条件に関する統計的研究		
(論文内容の要旨)			
<p>対流性の雲が集団化したメソ対流系は、時には大雨や暴風をもたらす災害の原因となる。特に、停滞性のメソ対流系は長続きする豪雨の原因となりうる。災害という社会的なインパクトの大きさから、特別観測網を展開した大規模な集中観測による特定事象の解析や災害を引き起こした顕著事象の事後解析により、メソ対流系に関する研究が数多くなされてきた。しかし、これら既往研究は、主に事例解析であり、事例数の制約から、メソ対流系を包括的に理解するための研究は数少ない。そこで本研究では、現業の気象レーダーおよび高層気象観測という常時観測による8年分（2005～2012年）のデータを用い、日本の陸上で暖候期（5～10月）に発生する停滞あるいは移動速度の遅いメソ対流系（準停滞性降水系）の特徴や形態、発生前の環境条件を統計的に調べた。気象レーダーのデータから対流降水域を自動で抽出するアルゴリズムを改良して準停滞性降水系を検出し、また画像処理分野で用いられる楕円形状フィッティングアルゴリズムを用いて準停滞性降水系の形態を調べた。さらに、高層気象観測データを解析し、準停滞性降水系の発生の有無の違いによる大気環境条件の違いを調べた。</p> <p>自動検出アルゴリズムを用いた結果、4133という非常に多数の準停滞性降水系を抽出することができた。抽出した事例を統計解析することにより、日本の準停滞性降水系は、数10 km程度というメソβの空間規模を持つこと、発生頻度は太平洋側と中部地方の内陸部で高いこと、線状の形状が全体の87 %を占めること、線状の形状の走向の多くは南西-北東であること、線状の降水系は日本各地で一様に発生する一方で団塊状の降水系は内陸部で発生すること、が明らかとなった。</p> <p>準停滞性降水系発生前の環境条件を大気成層の静的安定性や水平風の鉛直シアを表す指標により調べた。非降水時に比べ、準停滞性降水系発生時には、対流圏中・下層の水蒸気量が多い。この水蒸気量の条件から、準停滞性降水系発生時には、大気はより不安定化する。不安定度が高いことで対流は強くなり、結果として降水強度が強くなる。一方、下層での鉛直シアは非降水時に比べて準停滞性降水系発生時に強く、下層の鉛直シアが強くなるほど降水面積が大きくなる。このように、大気の安定度という熱力学的条件により降水強度が決まり、下層の鉛直シアという力学的条件により降水面積の大きさが決まることが明らかとなった。さらに、移動速度と環境条件との関係について調べた結果、移動速度の遅いグループのほうが、準停滞性降水系内の降水強度は強くなるものの、降水面積は小さくなることを示した。</p> <p>準停滞性降水系の形状と環境条件との関係を調べた結果、団塊状よりも線状の場合に、安定度は高く、下層の鉛直シアが強くなるという傾向にあることが分かった。このことから、大気不安定度と鉛直シアとの複合パラメタであるバルク・リチャードソン数の大きさによって準停滞性降水系の形状が決まることが分かった。また、線状の場合のバルク・リチャードソン数と米国のスコールラインの場合との類似性から、線状の準停滞性降水系の形成メカニズムとして、バックビルディング過程が作用していることが示唆される。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

メソ対流系は、世界各地で発生し、時には豪雨や暴風といった顕著現象を引き起こし、災害に至る場合もある。防災という応用上の観点から、メソ対流系の構造や物理機構、その予測に関する研究は数多くなされてきた。また、そもそも対流雲は、なぜメソスケールに組織化するのか、どういった大気条件のときにどのような形態に組織化するのか、といった基礎的な観点からも、メソ対流系は気象学において長く研究の対象となってきた。しかし、既往研究の多くは、特別集中観測による特定事象の解析や災害をもたらした顕著事象の事後解析といった限られた事例数を対象としたものが主である。そのため、メソ対流系の共通する性状を統計的な視点から理解するには至っていない。そこで申請者は、広域かつ均質なデータを取得できる現業気象観測の利点に注目し、メソ対流系の中でも特に日本で豪雨の原因となる準停滞性降水系に焦点を当て、連続気象レーダー観測から準停滞性降水系を検出しその形状を客観的に決定する自動処理アルゴリズムを適用することで多数のサンプルを抽出し、準停滞性降水系の特徴や形態、環境条件を統計的に解明することを目的として研究した。

客観的な自動処理アルゴリズムを暖候期8年分のデータに適用した結果、既往研究ではなし得なかったような非常に多数の準停滞性降水系を抽出することに成功した。これにより、日本陸上域での準停滞性降水系の空間規模や寿命、出現頻度の月別の変化、出現頻度や降水量の地域分布、線状または団塊状の形状の地域分布が、統計的に初めて明らかとなった。これらの特徴は、既往の事例解析研究からは断片的に知られていたものもあったとは言え、大多数の準停滞性降水系を対象とした本研究の統計解析によって共通するものとして初めて把握することが可能となったものであり、この点は高く評価できる。

準停滞性降水系共通の性質として、以下のことを明らかにした。発生前の環境条件の解析から、下層から中層の水蒸気量が多いときに大気が不安定化し、準停滞性降水系が発生し、不安定度が高いほど降水強度が強くなることを示した。また、下層の鉛直シアが強くなると降水系がより大きくなることを明らかにした。さらに、移動速度が遅いほど、降水系の大きさは小さいものの降水強度は強くなるといった特徴も明らかにした。また、準停滞性降水系の形状が団塊状よりも線状の場合に、環境の安定度は高く、下層鉛直シアが強くなるという傾向にあることを明らかにした。このことから、大気不安定度と鉛直シアとの複合パラメタであるバルク・リチャードソン数により準停滞性降水系の形状を診断することができることを示した。さらに、線状の準停滞性降水系の形成メカニズムとしてバックビルディング過程が作用することを指摘し、物理機構の解明に繋がる解析にも展開した。

本研究の統計解析から、これまでの事例解析研究から断片的にしか分からなかったことが、より包括的な知見として得られた。準停滞性降水系の全国分布を示すといったことは、国内では初めての試みであり、かつ、気象レーダー観測網の充実した国々でも同様の例がなく、世界初の試みと言え、メソ対流系の基礎的な理解に繋がるものとして高く評価できる。また、準停滞性降水系による大雨の発生ポテンシャルを評価することにも繋がり、応用面での新しい発展も期待される。このように申請者の研究は、メソ気象学・応用気象学の分野において重要な貢献をしたものとして高く評価できる。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年1月18日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。